

情動喚起刺激を用いた恐怖条件づけパラダイムの動向¹

柚取恵太^{2,3}・国里愛彦⁴

The narrative literature review of human Fear conditioning: emotional conditioning paradigm.

Keita Somatori^{2,3}, Yoshihiko Kunisato⁴

Abstract : Fear conditioning is used to reveal the mechanism of anxiety disorders. Electrical shock was often used for unconditioned stimulus. But, it's lacking ethical consideration. Then, Lau et al. (2008) developed a novel experiment paradigm that used face stimulus and fearful scream. This paradigm is considered to be able to avoid ethical problem and to fulfill ecological validity. We reviewed several studies used this paradigm. We indicated some component of the task are decided depending on purpose the study.

Keywords : fear conditioning, narrative review, novel paradigm, fearful face, fearful scream

1. はじめに

不安症, その中でも特に恐怖症やパニック症の発症を説明する原理として, 恐怖条件づけが挙げられる (Barlow & Durand, 2014)。恐怖条件づけの手続きは, 中性的な刺激と恐怖を喚起させる刺激を時間的に接近して繰り返し呈示する手続きである。生体は, 恐怖条件づけの手続きによって, 中性的な刺激に対しても恐怖刺激に対するものと同様の恐怖反応を示すようになる。なお, この場合の中性的な刺激のことを条件刺激 (Conditioned Stimulus: CS) とよび, 恐怖刺激のことを無条件刺激 (Unconditioned Stimulus: US) とよぶ。

Duits et al. (2015) は, 不安障害群と健常対照群における恐怖条件づけの条件反応を比較した研究を系統的にレビューし, メタアナリシスによるデータの統合を行っている。その結果, 獲得手続きにおける条件性制止子 (CS-) と消去手続きにおける条件性興奮子 (CS+) において, 不安障害群は健常対照群と比較して有意に高い条件反応を示すことが明らかになった。条件性制止子とは, 無条件刺激との対呈示が行われないことによって, 無条件刺激の非到来を予測させる刺激のことである。消去とは獲得された条件刺激と無条件刺激が対呈示されなくなることによって, 条件刺激に対する条件反応が減少することである。

Duit et al. (2015) で示された不安障害の特徴として, 制止学習の困難さが挙げられる。制止学習とは, 無条件刺激の非到来を予測させる刺激に関する学習のことである。獲得手続きにおける条件性制止子や消去手続きが行われる刺激は, 無条件刺激が到来しないことを予測させる。従って, これらの刺激に対する恐怖反応は学習が進むにつれて低下するはずである。しかし, 不安障害群の参加者は, 健常対照群と比較して制止学習が遅く, 恐怖反応が低下しないことが示されている。

不安と制止学習の関連については, 多くの研究で強い関連が示されている。例えば, Gazendam, Kamphuis, & Kindt (2013) は条件性制止子に対する条件反応と特性不安との関連性を示す研究を行った。この研究では, 特性不安が高い参加者ほど条件性制止子に対して高い条件反応を示しており, 自己報告尺度においても高い嫌悪感を示した。一方で, 条件性興奮子と特性不安においては関連が認められなかった。同様の研究は Haddad, Pritchett, Lissek, & Lau (2012) や Kindt & Soeter (2014), Lau et al. (2008) においても行われており, 不安障害群と健常対照群の比較においても, 自己報告に基づく不安得点において制止学習の関連が示されている。すなわち, 不安が高い参加者では, 本来であれば無条件刺激と対呈示されない条件刺激に対し, 恐怖反応の表出が起きることが明らかになっている。

ヒトにおける恐怖条件づけ研究では, 無条件刺激として主に電気ショックが用いられる (Glenn, Lieberman, & Hajcak, 2012b; Gazendam et al., 2013; Sevenster, Beckers, & Kindt, 2014)。ところが電気ショックは参加者に対する倫理的配慮に欠ける手法であるといえる。Glenn et al. (2012b) は電気ショックは実際の身体的苦

受稿日2017年12月12日 受理日2017年12月19日

1 本研究は JSPS 科研費 JP16H05957 および JSPS 科研費16J02006 の助成を受けて作成された。

2 専修大学大学院文学研究科 (Graduate School of the Humanities, Senshu University)

3 日本学術振興会特別研究員 (DC)

4 専修大学人間科学部心理学科 (Department of Psychology, Senshu University)

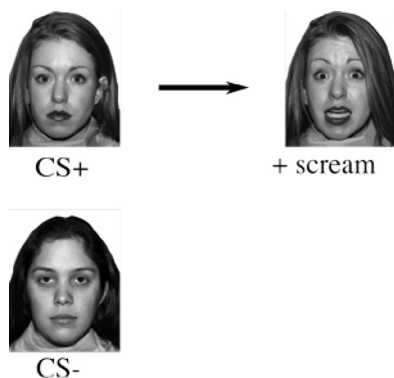


図1：情動喚起刺激を用いた恐怖条件づけ手続き
(Lau et al., 2008をもとに作成)

痛を伴うため、特に子どもに対して研究を行う場合に、適切な無条件刺激ではないと指摘している。この点は対象が成人の場合でも同様といえる。

この問題を解決するため、Lau et al. (2008) は新奇の恐怖条件づけ手続きを開発した。この手続きでは、条件刺激として女性の中性顔、無条件刺激として同じ女性の恐怖顔と叫び声が呈示される（図1）。表情刺激はヒトにとって顕著性の高い刺激であり、迅速な情報処理が行われる。そのため、ヒトにおける恐怖刺激としてより生態学的に妥当であると考えられている（Lau et al., 2008）。また、ホワイトノイズや警報など電気ショック以外の無条件刺激と比較して、より嫌悪的な刺激であることが示されている（Britton, Lissek, Grillon, Norcross, & Pine, 2011）ため、無条件刺激としての有用性も高いといえる。

Lau et al. (2008) の手続きは、複数の研究によって恐怖条件づけの実施が可能であることが示されている（Charnet et al., 2014; Haddad et al., 2012; Lau et al. 2011）。例えば、Charnet et al. (2014) が行った研究では、自己報告や皮膚電位反応に基づく恐怖反応において、条件性興奮子と条件性抑制子の間に有意な差を示した。また、Glenn et al. (2012b) では、電気ショックと恐怖顔・叫び声をそれぞれ用いて恐怖条件づけを実施し、恐怖反応を比較した。その結果、参加者は電気ショックに対してより高い恐怖反応を示したものの、恐怖顔および叫び声においても同様に恐怖反応を示した。

一方で、無条件刺激として電気ショックを用いる恐怖条件づけと比較して、特に気をつけなくてはならない点として、無条件刺激の強度が挙げられる。恐怖顔と叫び声は電気ショックと比較して恐怖刺激としての強度が低いため、学習は遅くなると考えられる（Glenn et al., 2012b）。したがって、顔刺激を用いた恐怖条件づけパ

ラダイムを構築する際には、学習が頑健に起きるよう、実験パラメータを調整する必要がある。

以上より、Lau et al. (2008) が開発した情動喚起刺激を用いる恐怖条件づけパラダイムが特に不安に関する研究を行ううえで有効な手続きであるといえる。ところが、本パラダイムは電気ショックを用いる恐怖条件づけ手続きと比較し研究の蓄積が乏しいため、手続きが確立されていない。そこで本論文では、情動喚起刺激を用いた恐怖条件づけパラダイムの実験パラメータについてナラティブ・レビューを行う。

2. 文献の収集

本論文では、Lau et al. (2008) が作成した情動喚起刺激を用いた恐怖条件づけパラダイムを用いた先行研究を収集した。文献の収集には Google Scholar を用いた。Lau et al. (2008) が作成した恐怖条件づけパラダイムを用いた研究は、Lau et al. (2008) を引用すると考えられる。そこで、Lau et al. (2008) を引用している109本の文献のうち、ヒトに対して情動喚起刺激を用いた恐怖条件づけを実施していることを基準に17本の文献をレビューに組み入れた。なお、論文の検索は平成29年9月13日に行われた。

組み入れた17本の先行研究について、刺激の種類や試行数、呈示時間、条件反応の指標など、実験環境の構築にかかわる実験パラメータについてまとめた（表1）。なお、研究によっては、消去手続きまでを実施するもの（e.g. Chauret et al., 2014, Haddad et al., 2012）や、条件性興奮子や条件性抑制子のほか、般化刺激を呈示するもの（e.g. Haddad et al., 2013, Schiele et al., 2016）など、さまざまである。本論文では、獲得手続きに関する実験パラメータをまとめ、情動喚起刺激を用いた恐怖条件づけに関する一般的な手続きを概観する。

3. 先行研究のレビュー

3.1 条件刺激と無条件刺激

すべての研究において、条件刺激と無条件刺激で用いられる顔刺激には NimStim 顔画像データベースが用いられている。NimStim 顔画像データベースは、Tottenham et al. (2009) が作成した顔画像データベースである。これらの顔画像の中から、条件刺激として女性の中性顔、無条件刺激として同一人物の開口恐怖顔を用いる（Lau et al., 2008）。なお、多くの研究では図1で使用している01, 03の顔刺激画像がよく用いられている。

しかし、数多くの顔画像の中から、01, 03の画像を用

表 1：先行研究における実験パラメータ

著者名	CS の呈示 回数 (回)	CS の呈示 時間 (sec)	US の呈示 時間 (sec) ^a	叫び声の 強度 (dB)	試行間隔 (sec)	条件反応の指標
Abend et al. (2016)	10	7	1	80	10-20	SCR ^b , 自己報告
Chauret et al. (2014)	28	6	1.1 (1)	90	3, 4, 5, 6, 8, 10, 12	SCR ^b , 自己報告
Britton et al. (2013)	16	7-8	1	95	11-15	SCR ^b , EMG ^c , 自 己報告
Dibbets & Evers (2017)	10	6	2	95	7-15	SCR ^b , 自己報告
Garcia & Zoellner (2016)	12	2	1	95	1.9	自己報告
Geller et al. (2017)	10	8	3	95	20-26	SCR ^b
Glenn et al. (2012a)	8	6	3 (1)	80	9-11	EMG ^c , 自己報告
Glenn et al. (2012b)	8	6	3 (1)	80	10-12	EMG ^c , 自己報告
Haddad et al. (2012)	12	8	3 (1)	95	11-13	EMG ^c , 自己報告
Haddad et al. (2013)	12	8	3 (1)	95	6	EMG ^c , 自己報告
Haddad et al. (2015)	30	6	1	95	2-4	自己報告
Mcguire (2015)	10	8	3	95	12-18	SCR ^b , 自己報告
Michalska et al. (2017)	8	7-8	1	95	8-21	SCR ^b , 自己報告
Lau et al. (2008)	16	8	3	95	0	自己報告
Lau et al. (2011)	8	8	3	90	0	SCR ^b , 自己報告
Schiele et al. (2016)	12	6	1.5	95	9-12	SCR ^b , 自己報告
Shore et al. (2016)	14	3	1	95	5	EMG ^c , 自己報告

^a カッコ内は叫び声の呈示時間。特に記載がない場合は恐怖顔と叫び声は同時間呈示。

^b SCR : Skin Conductance Response : 皮膚電位

^c EMG : electromyograph : 筋電位

いることの妥当性は検討されていない。また、NimStim 顔画像データベースでは、各表情刺激について感情価や覚醒度などの画像刺激に関するパラメータが検討されていない。本邦において当該のデータベースから刺激を用いる場合は、予備実験等によってより嫌悪感または恐怖感を引き起こす顔画像を選出することが望ましいと考えられる。

無条件刺激で用いられる叫び声については、すべての研究において具体的にどのような刺激を用いたのかは明記されていない。叫び声を含む音声刺激を入手可能なデータベースとしては、International Affective Digital Sounds (IADS) を挙げることができる。IADS は感情喚起を行う実験において国際的に標準化された音声刺激のデータベースとして作られたものである (Bradley & Lang, 2007)。IADS の音声刺激には感情価、覚醒度、優越性の三つの水準について、9 段階評定の平均および標準偏差が得られている。そのため、研究の目的に応じて、叫び声の嫌悪度の度合いや覚醒の強さを調整するこ

とができる。

3.2 試行数

条件刺激を呈示する頻度は研究によって大きく異なる。また、獲得手続きにおいて、必要とされる試行数はその後の消去手続きの有無や、全体の実験手続きによっても変化すると考えられる。例えば、Glenn et al. (2012a) や Lau et al. (2011) では、ほかの研究と比較して少ない試行数になっている。これは、消去手続きを実施しないため、十分な恐怖反応をすべての参加者が獲得する必要がないからであると考えられる。

一方で、オリジナルの Lau et al. (2008) の手続きでは 16 試行になっている。また、Britton et al. (2013) や Chauret et al. (2014) でも同様に試行数が多い。これらの研究に共通する要素として、消去手続きを実施していることが挙げられる。研究の目的に応じて、どの程度まで恐怖反応を獲得させる必要があるかを考慮すべきである。なお、表 1 に記載されている試行数は条件性興奮子

の試行数である。すべての研究において、条件性興奮子と条件性制止子は同数呈示されていたため、条件性興奮子の呈示回数のみを記載した。

3.3 呈示時間

条件刺激の呈示時間は、研究で用いる条件反応の指標に基づいて設定する必要がある。条件反応を測定する手法に応じて、必要な呈示時間が異なるためである。ヒトを対象とした恐怖条件づけでは、条件反応の指標として、(1) 皮膚電位、(2) 筋電位、(3) 自己報告のいずれかまたは複数が用いられる。オリジナルの Lau et al. (2008) の研究では自己報告のみを条件反応としている。しかし、研究領域全体では、皮膚電位や筋電位などの生理的な反応を条件反応の指標として用いる研究が多い (Duits et al., 2015)。そのため、何らかの生理的な反応を用いる方が研究の価値がより高まると考えられる。

皮膚電位を条件反応の指標とする場合は、精神的発汗とよばれる皮膚の電気変動を測定している (堀, 2008)。条件反応の指標として用いられる皮膚電位には、条件刺激呈示中のある一定区間内における最大値や曲線下面積 (Area Under the Curve: AUC) などが用いられる (Abend, et al., 2016; Chauret et al., 2014)。ローデータの処理方法や、その後の解析方法は研究によって異なるため、研究の目的に応じて適切な解析方法を選択する必要がある。

皮膚電位を条件反応の指標とする場合は、条件刺激の呈示時間は皮膚電位反応を抽出する時間以上である必要がある。例えば、Abend et al. (2016) では条件刺激の出現後 1-7 秒の区間、Chauret et al. (2014) では 1-3 秒の区間における皮膚電位反応を条件反応の指標としている。また、Michalska et al. (2017) では条件刺激の出現後 5 秒の区間を用いている。従って、皮膚電位を条件

反応として用いる場合は、少なくともこれらの研究と同程度には条件刺激を呈示する必要がある。

筋電位を条件反応の指標とする場合は、恐怖増強驚愕反応 (Fear Potentiated Startle: FPS) パラダイムを用いる。FPS パラダイムでは、条件刺激呈示中にホワイトノイズなどの驚愕反応を誘発するプローブ刺激を呈示する (図 2)。この際生じる驚愕反応は無条件刺激の随伴する刺激においてより高まることから、条件反応の指標として用いられる (Fani et al., 2014)。驚愕反応は筋電位に反映されるため、プローブ刺激が出現した直後の筋電位反応を条件反応の指標とする。

FPS パラダイムによって引き起こされる驚愕反応は瞬目反射である (Fani et al., 2014)。瞬目反射は筋電位に反映されるまでの潜時が短い (20-100ms; Blumenthal et al., 2005)。そのため、プローブ刺激が呈示された直後の筋電位が条件反応の指標として用いられる。例えば、Glenn et al. (2012) では、プローブ刺激が呈示される 50ms 前 (図 2 における A) を当該試行における筋電位のベースラインとし、プローブ刺激呈示後 150ms (図 2 における B) を瞬目反射の強度の指標として用いている。条件反応の指標には瞬目反射の大きさからベースラインにおける筋電位反応を差し引いたものが用いられる。

FPS パラダイムを用いる場合は、条件刺激の出現などのプローブ刺激以外の要因によって生じる驚愕反応を減弱させる必要がある。例えば、Glenn et al. (2012) では、条件刺激の出現後 3.5-4.5 秒の間、Haddad et al. (2012) では条件刺激の出現後 4-5 秒の間にプローブ刺激を呈示している。従って、FPS パラダイムを実施する場合は少なくともこれらの時間は条件刺激を呈示する必要がある。なお、プローブ刺激の呈示は上記のように条件刺激の出現から数秒後に行われる。これは、条件刺

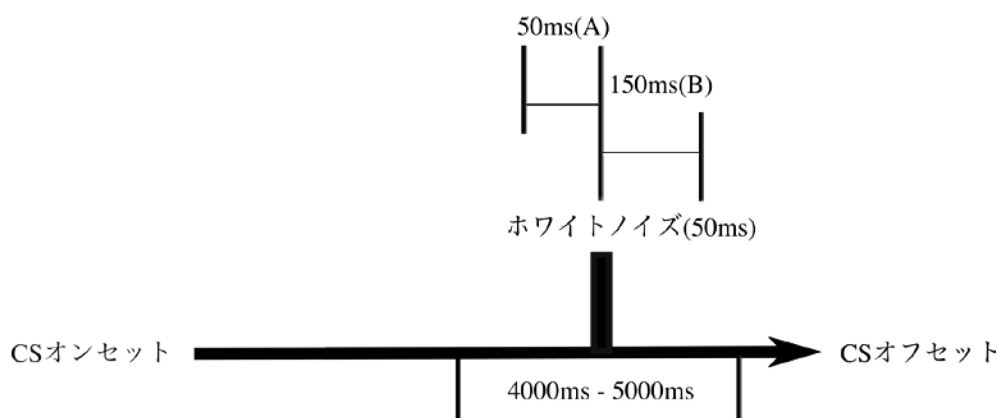


図 2 : FPS パラダイムの手続き例

激出現に伴う驚愕反応がある程度減弱してからプローブ刺激を呈示するためである。

3.4 音の強度

FPS パラダイムを用いる場合は、叫び声とプローブ刺激の音強度に留意する必要がある。プローブ刺激には多くの場合ホワイトノイズが用いられる (e.g., Britton et al., 2012; Glenn et al., 2012)。ホワイトノイズは叫び声と同様に嫌悪的な刺激であるため、無条件刺激として機能してしまう可能性がある。条件性興奮子と条件性制止子の両方を呈示する分化条件づけのパラダイムを用いる場合や、消去手続きを行う場合は、叫び声の到来・非到来に関係なくプローブ刺激が呈示される。従って、恐怖刺激と同程度、あるいはそれ以上にホワイトノイズを嫌悪的であると認識した場合、いずれの刺激も条件性興奮子となってしまう。このような場合は、条件反応を比較する対象がなくなってしまうため、恐怖条件づけの生起を確認することが難しくなる。

このような事態を回避する方法としては、プローブ刺激の強度を下げる方法と叫び声の強度を上げる方法が考えられる。しかし、100dB 以上の音刺激を恐怖刺激として呈示することには倫理的な問題もあると考えられる。従って、ホワイトノイズの強度を下げることで叫び声の嫌悪度を相対的に高めることが望ましいといえる。

本研究で収集した論文の多くは95-105dB 相当のホワイトノイズを呈示している。しかし、驚愕反応を扱う研究のガイドラインでは、驚愕反応を引き出すためのプローブ刺激は105dB 以下である方が望ましいとしている

(Blumenthal et al., 2005)。そのため、プローブ刺激となるホワイトノイズの音強度は、驚愕反応を引き出せる範囲でより弱い刺激にする必要がある。両刺激の音強度をどの程度に設定するかは予備実験等で対象とする参加者集団における反応レベルを測定して決定することが望ましい。

3.5 効果の大きさ

無条件刺激の強度は恐怖条件づけの獲得に大きく影響を及ぼす (Bouton, 2003)。情動喚起刺激を用いる恐怖条件づけパラダイムはいくつかの研究で恐怖条件づけが生起することが示されているものの、十分な効果があるとは言い難い。そこで本研究では、自己報告、皮膚電位、筋電位のそれぞれの条件反応について、恐怖反応獲得の度合いをまとめた (表2)。条件反応の種別ごとに恐怖条件づけの獲得手続きにおける条件性興奮子-条件制止子間の差を論文中の記載から抽出または算出した。なお、表2に記載されている文献は、本研究で収集した表1記載の論文のうち、少なくともいずれかの条件反応で効果量の算出が可能であったものである。表2に記載のない6本の論文では、いずれの指標においても効果量を算出することができなかった。

収集したすべての文献では自己報告に基づく条件反応の取得を行なっている。自己報告に基づく場合は、各試行において条件刺激に対する恐怖度をリッカートスケールで回答させるもの (Glenn et al., 2012a)、獲得手続きや消去手続きを複数のブロックに分け、各ブロックにおいて評定させるもの (Dibbets & Evers, 2017; Schiele et

表2：条件性興奮子および条件性制止子間における条件反応の効果量

著者名	自己報告	皮膚電位	筋電位
Chauret et al. (2014)	1.09 ^a	0.10 ^b	
Garcia & Zoellner (2016)	6.04 ^a		
Glenn et al. (2012a)	0.97 ^a		
Glenn et al. (2012b)	0.17 ^a		
Haddad et al. (2012)	1.04 ^a		0.36 ^c
Haddad et al. (2013)	0.12 ^a		0.07 ^c
Mcguire (2015)	0.36 ^a		
Michalska et al. (2017)	0.83 ^a		
Lau et al. (2008)	0.96 ^a		
Schiele et al. (2016)		0.02 ^b	
Shore et al. (2016)	0.97 ^a		

^a Cohen's d , ^b η^2 , ^c partial η^2

al., 2017), 獲得手続きや消去手続きの終了後に評定し, それぞれの手続きの前後の変化を扱うもの (Chauret et al., 2014) などがある。

多くの研究において中程度から大きい効果量が認められている (Cohen's d 0.12-1.09)。しかし, Glenn et al. (2012b) や Haddad et al. (2013) のように効果量が小さい研究もあり, 研究間の異質性が大きい。全体としてはまだ研究数が少なく, この異質性が何に起因するものなのか現時点で断定することはできない。しかし, 多くの研究では中程度以上の効果量が認められていることから, 情動喚起刺激を用いる手続きにおいても, 参加者の主観レベルでは恐怖条件づけを引き起こすことが可能であるといえる。

自己報告指標と比較して, 生理指標においては十分に信頼できる結果が得られていない。皮膚電位において得られている効果量は自己報告指標と比較して小さい。そのため, 獲得手続きを実施したことによる各条件刺激に対する条件反応は皮膚電位に十分反映されないといえる。また, 生理指標については, 生データの下処理やその後の解析方法が研究によって異なっているため, 異質性が大きいといえる。従って, 今回のレビューでは信頼できる結論を導くことができない。

筋電位についても同様に 2 本の論文が効果量を報告している。しかし, それぞれの論文で報告されている効果量が異なる。特に一方の論文で報告されている偏イータ二乗は実験計画に影響を受ける効果量であるため (大久保・岡田, 2012), 今回のレビューでは筋電位に基づいた条件反応に対する本パラダイムの有効性は十分に示されなかった。

情動喚起刺激を用いる恐怖条件づけパラダイムにおける今後の課題として, 生理指標においても, 条件反応の表出が見られることである。本レビューでは, 多くの研究において, 自己報告に基づいた条件反応では十分な条件反応の獲得が生じていることが示された。しかし, 自己報告に基づいた恐怖度や嫌悪度の評定だけでは生態学的に妥当な恐怖反応を獲得させることができたとは言い難い。

本論文では, 情動喚起刺激を用いた恐怖条件づけ手続きが生理指標に反映される水準の十分な恐怖反応を獲得させることは示されていない。この点については, 生理指標を用いたさらなる研究を蓄積し, 効果量を統合することで評価していく必要がある。

4. おわりに

本研究では, 情動喚起刺激を用いた恐怖条件づけパラダイムの実験パラメータをレビューし, 実験環境を構築する際の留意点について議論した。表 1 にあるように, 各研究によって使用する実験パラメータは大きく異なっている。しかし, 3.1 節-3.4 節の議論のように条件反応として扱う指標や研究の目的によってある程度定まってくる側面もある。従って, まずは研究の目的や用いる指標を定め, 対応する実験環境を選択することが望ましい。

引用文献

- Abend, R., Jalon, I., Gurevitch, G., Sar-El, R., Shechner, T., Pine, D. S., ... & Bar-Haim, Y. (2016). Modulation of fear extinction processes using transcranial electrical stimulation. *Translational psychiatry*, 6.
- Barlow, D.H., Durand, M. (2014). *Abnormal Psychology: An Integrative approach* (7th ed.), Cengage learning. 123-177.
- Bouton, M.E. (2003). *Learning and Behavior: A contemporary Synthesis* Sinauer Associates Inc. 1-141.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2007). *The International Affective Digitized Sounds (; IADS-2) : Affective ratings of sounds and instruction manual*. University of Florida, Gainesville, FL, Tech. Rep. B-3.
- Britton, J. C., Lissek, S., Grillon, C., Norcross, M. A., & Pine, D. S. (2011). Development of anxiety: the role of threat appraisal and fear learning. *Depression and anxiety*, 28, 5-17.
- Blumenthal, T. D., Cuthbert, B. N., Filion, D. L., Hackley, S., Lipp, O. V., & Van Boxtel, A. (2005). Committee report: Guidelines for human startle eyeblink electromyographic studies. *Psychophysiology*, 42, 1-15.
- Chauret, M., La Buissonnière-Ariza, V., Tremblay, V. L., Suffren, S., Servonnet, A., Pine, D. S., & Maheu, F. S. (2014). The conditioning and extinction of fear in youths: What's sex got to do with it? *Biological psychology*, 100, 97-105.
- Dibbets, P., & Evers, E. A. (2017). The influence of state anxiety on fear discrimination and extinction in females. *Frontiers in psychology*, 8.
- Duits, P., Cath, D. C., Lissek, S., Hox, J. J., Hamm, A. O., Engelhard, I. M., ... & Baas, J. M. (2015). UPDATED META - ANALYSIS OF CLASSICAL FEAR CONDITIONING IN THE ANXIETY DISORDERS. *Depression and anxiety*, 32, 239-253.
- Fani, N., King, T. Z., Brewster, R., Srivastava, A., Stevens, J.

- S., Glover, E. M., ... & Jovanovic, T. (2015). Fear-potentiated startle during extinction is associated with white matter microstructure and functional connectivity. *Cortex*, *64*, 249-259.
- Garcia, N. M., & Zoellner, L. A. (2016). Fear generalization in individuals with high neuroticism: increasing predictability is not necessarily better. *Cognition and Emotion*, 1-16.
- Gazendam, F. J., Kamphuis, J. H., & Kindt, M. (2013). Deficient safety learning characterizes high trait anxious individuals. *Biological psychology*, *92*, 342-352.
- Geller, D. A., McGuire, J. F., Orr, S. P., Pine, D. S., Britton, J. C., Small, B. J., ... & Storch, E. A. (2017). Fear conditioning and extinction in pediatric obsessive-compulsive disorder. *Annals of Clinical Psychiatry*, *29*, 17-26.
- Glenn, C. R., Klein, D. N., Lissek, S., Britton, J. C., Pine, D. S., & Hajcak, G. (2012a). The development of fear learning and generalization in 8-13 year-olds. *Developmental psychobiology*, *54*, 675-684.
- Glenn, C. R., Lieberman, L., & Hajcak, G. (2012b) Comparing electric shock and a fearful screaming face as unconditioned stimuli for fear learning. *International Journal of Psychophysiology*, *86*, 214-219.
- Haddad, A. D., Pritchett, D., Lissek, S., & Lau, J. Y. (2012). Trait anxiety and fear responses to safety cues: Stimulus generalization or sensitization?. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, *34*, 323-331.
- Haddad, A. D., Xu, M., Raeder, S., & Lau, J. Y. (2013). Measuring the role of conditioning and stimulus generalization in common fears and worries. *Cognition & emotion*, *27*, 914-922.
- Haddad, A. D., Bilderbeck, A., James, A. C., & Lau, J. Y. (2015). Fear responses to safety cues in anxious adolescents: Preliminary evidence for atypical age-associated trajectories of functional neural circuits. *Journal of psychiatric research*, *68*, 301-308.
- Kindt, M., & Soeter, M. (2014). Fear inhibition in high trait anxiety. *PloS one*, *9*.
- Lau, J. Y., Lissek, S., Nelson, E. E., Lee, Y., Roberson-Nay, R., Poeth, K., ... & Pine, D. S. (2008). Fear conditioning in adolescents with anxiety disorders: results from a novel experimental paradigm. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *47*, 94-102.
- Lau, J. Y., Britton, J. C., Nelson, E. E., Angold, A., Ernst, M., Goldwin, M., ... & Shiffrin, N. (2011). Distinct neural signatures of threat learning in adolescents and adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*, 4500-4505.
- Michalska, K. J., Machlin, L., Moroney, E., Lowet, D. S., Hettema, J. M., Roberson-Nay, R., ... & Pine, D. S. (2017). Anxiety symptoms and children's eye gaze during fear learning. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*.
- 大久保街亜・岡田謙介 (2012). 伝えるための心理統計 勁草書房
- Schiele, M. A., Reinhard, J., Reif, A., Domschke, K., Romanos, M., Deckert, J., & Pauli, P. (2016). Developmental aspects of fear: comparing the acquisition and generalization of conditioned fear in children and adults. *Developmental psychobiology*, *58*, 471-481.
- Sevenster, D., Beckers, T., & Kindt, M. (2014). Fear conditioning of SCR but not the startle reflex requires conscious discrimination of threat and safety. *Frontiers in behavioral neuroscience*, *8*.
- Shore, T., Cohen Kadosh, K., Lommen, M., Cooper, M., & Lau, J. Y. (2017). Investigating the effectiveness of brief cognitive reappraisal training to reduce fear in adolescents. *Cognition and Emotion*, *31*, 806-815.
- Tottenham, N., Tanaka, J. W., Leon, A. C., McCarry, T., Nurse, M., Hare, T. A., ... & Nelson, C. (2009). The NimStim set of facial expressions: judgments from untrained research participants. *Psychiatry research*, *168*, 242-249.